

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра палеонтологии и стратиграфии

С.О. ЗОРИНА

**КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ
И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**
(Материалы к лекциям. Практические задания)

Учебно-методическое пособие

Казань – 2015

УДК 551.7+550.34.013+518(083.75)

*Принято на заседании кафедры палеонтологии и стратиграфии
Протокол № 6 от 1 июня 2015 г.*

Рецензенты:

кандидат геолого-минералогических наук,
заведующий кафедрой палеонтологии и стратиграфии **В.В. Силантьев**
кандидат геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» **Н.И. Афанасьева**

Зорина С.О.

**Комплексирование стратиграфических и геологических данных.
(Материалы к лекциям. Практические задания) / С.О. Зорина. – Ка-
зань, 2015. – 42 с.**

Учебно-методическое пособие предназначено для лекционных и практических занятий с магистрантами Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета, обучающимися по направлению подготовки «Геология», профилю «Стратиграфия». В первой части пособия кратко изложен лекционный и вспомогательный материал, необходимый магистрантам для успешного освоения материала по курсу. Во второй части приведены задания по практической части курса. Основные разделы пособия составлены с привлечением авторских теоретических разработок и практических примеров, опубликованных в монографиях и научных статьях по применению рациональных комплексов методов для решения стратиграфических задач. Приведены темы рефератов и контрольные вопросы для подготовки к зачету.

© Зорина С.О., 2015

© Казанский университет, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ.....	3
Часть 1. Материалы к лекциям.....	4
Лекция 1. Схема стратиграфических методов. Взаимосвязь между отдельными методами. Комплексование методов для решения локальных и региональных задач геологических задач.....	4
Лекция 2. Уточнение полевой диагностики пород по результатам лабораторного определения минерального состава.....	10
Лекция 3. Сейсмостратиграфические методы. Секвенс-стратиграфия в контексте междисциплинарных исследований. Тектоно-эвстатический анализ и платформенные секвенции.....	13
Лекция 4. Влияние глобальной эвстазии, вертикальной тектоники и осадконакопления на формирование различных типов осадочных последовательностей. Методы оценки углубления-обмеления, трансгрессии-регрессии.....	20
Лекция 5. Хроностратиграфия, оценка углубления-обмеления, трансгрессивно-регрессивная и проградационно-ретроградационная цикличность (на примере среднеюрских-нижнемеловых отложений востока Русской плиты).....	27
Библиографический список.....	34
Часть 2. Практические задания.....	35
Задание 1-2.....	35
Задание 3-5.....	35
Задание 6.....	38
Задание 7.....	39
Задание 8-9.....	40
Вопросы контрольной работы.....	41
Вопросы к зачету.....	41

ЧАСТЬ 1. МАТЕРИАЛЫ К ЛЕКЦИЯМ

Лекция 1. Схема стратиграфических методов. Взаимосвязь между отдельными методами. Комплексование методов для решения локальных и региональных задач геологических задач

Стратиграфия — геологическая дисциплина, которая изучает пространственные и временные соотношения пластующихся толщ горных пород Земной коры. Термин «стратиграфия» буквально означает описание слоев (от лат. Stratum – слой и греч. graphio – пишу).

Объектами изучения стратиграфии являются геологические тела, сложенные осадочными, вулканогенными и метаморфическими породами, т.е. горными породами, образовавшимися путем седиментации. Элементарным объектом изучения стратиграфии является *слой*.

Стратиграфия решает две основные задачи: стратиграфическое **расчленение** и стратиграфическую **корреляцию**.

Решение двух основных задач стратиграфии создает фундамент геологической съемки, поисков полезных ископаемых, тектонических и палеогеографических построений и т.д. Решение этих проблем осуществляется через выделение и дальнейшие операции со стратиграфическими подразделениями, определенными комплексами горных пород. Последние могут быть установлены на основании распространения в пространстве самых различных материальных признаков: вещественных, структурных, палеонтологических, хроностратиграфических и др.

В геологической практике все стратиграфические методы объединяются в три группы – литологических, палеонтологических и хроностратиграфических методов. Все остальные представляют их разновидности, основанные на каком-либо частном свойстве (Прозоровский, 2010; Основы стратиграфии, 2010).

Получение комплексной характеристики стратона является важнейшим результатом применения все трех групп методов. Схема взаимоотношения и комплексования методов приведена на рисунке 1.

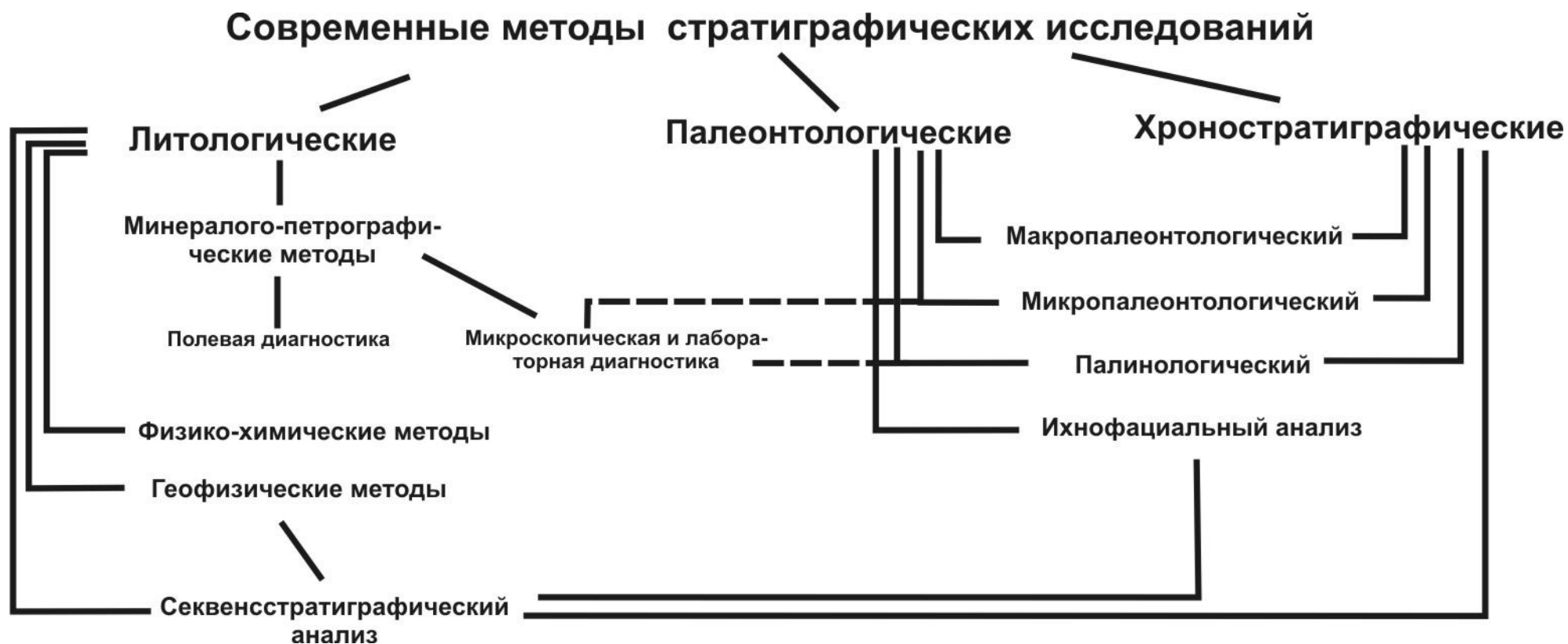


Рис. 1. Схема стратиграфических методов. Взаимосвязь между отдельными методами и их комплексирование

Группа литологических методов является одной из важнейших, т.к. они основаны на фиксации особенностей вещественного состава горных пород, которые слагают земную кору. С их применением начинаются все стратиграфические исследования.

Решение основных геологических задач осуществляется на основании изучения вещественных, легко наблюдаемых признаков горных пород: минералогического состава, как качественного, так и количественного, цвета, плотности, геоморфологической выраженности, текстуры, включений, цикличности и др.

В группу **литологических методов** включены: минералогическо-петрографические, физико-химические, геофизические методы, секвенс-стратиграфический и тектоно-эвстатический анализ.

Расчленение и корреляция **минералогическо-петрографическими методами** включают изучение особенностей минерального состава пород на основе полевой и лабораторной диагностики.

Среди параметров полевого расчленения (по визуальным признакам) в качестве основных выделяются: цвет, структура, текстура, минеральный состав, включения, вторичные изменения и др. (Маслов, 2005; Степанов, Месежников, 1979). Лабораторная диагностика предусматривает решение этой же задачи более точными (инструментальными, лабораторными) методами: оптической и электронной микроскопии, рентгенографического, спектрометрического и др. анализов.

Физико-химические методы исследования пород (гранулометрический, химический, рентгено-структурный анализы, хемотратиграфические (в т.ч. изотопные), прецизионные методы: ЭПР-спектроскопия, термический анализ и др.) позволяют установить особенности структуры горных пород, минералов, определить элементный и оксидный состав пород (в том числе содержание отдельных изотопов) и по выявленным особенностям проследить эти параметры в породах по простиранию и по разрезу.

Геофизические методы (магнитостратиграфический, сейсмостратиграфический, ГИС и др.) находят широчайшее применение в региональных геологоразведочных работах. Конкретные значения акустических, электрических, магнитных и других неоднородностей в земной коре передают разнообразие горных пород, слагающих верхнюю твердую оболочку Земли, что позволяет проследивать данные неоднородности как в пределах поискового участка, так и на весьма значительные расстояния. Поэтому геофизические методы представляют собой специфическое выражение литостратиграфических методов и обладают всеми возможностями и ограничениями последних.

Секвенс-стратиграфический анализ рассмотрен в качестве самостоятельного научного направления в группе литологических методов (Прозоровский, 2010). Введение в мировую геологическую практику данного метода полностью обновило геологическое мышление и методы стратиграфического анализа. С широким привлечением традиционных био-, лито-, хемо-, магнитостратиграфических методов секвенс-стратиграфия позволяет реконструировать временную последовательность совокупности процессов осадконакопления, а также прогнозировать фациальный состав отложений на неисследованных территориях. Базируясь на разнообразных и многочисленных источниках первичной геологической информации, секвенс-стратиграфия заполняет пробелы, существующие между седиментологией, фациальным анализом и стратиграфией.

Тектоно-эвстатический анализ – разновидность секвенс-стратиграфического анализа, применяемая для выявления особенностей эволюции осадочных бассейнов в пределах платформенных областей (Зорина, 2010).

Группа палеонтологических методов. Биостратиграфические методы являются одними из основных методов стратиграфии, решают обе ее задачи (расчленение и корреляция разрезов) и являются инструментом геологической практики. Они позволяют относительно точно датировать породы, проводить внутри- и межбассейновую корреляцию и главное – строить хроно-

стратиграфический каркас, необходимый для выявления особенностей эволюции осадочного бассейна.

В данную группу методов включены: макропалеонтологический, микропалеонтологический, палинологический методы и ихнофациальный анализ.

Макропалеонтологический анализ включает: определение макрофауны и макрофлоры, составление видовых списков, возрастную датировку слоев, зональное расчленение частных и сводных разрезов, построение биостратиграфических шкал, палеогеографические реконструкции.

Микропалеонтологический анализ заключается в определении форм палеомикрофауны и палеомикрофлоры, составлении списков микрофауны и микрофлоры, статистическом обчете биоразнообразия и численности, выполнении возрастного датирования слоев, зональном расчленении частных и сводных разрезов, построении биостратиграфических шкал, проведении палеоэкологического, палеобатиметрического палеоклиматического моделирования, палеогеографических и секвенсстратиграфических реконструкций.

Палинологический анализ предусматривает: родовое и видовое определение спор и пыльцы, составление споро-пыльцевых спектров, статистический обсчет биоразнообразия и численности, построение биостратиграфических шкал, проведение палеоклиматических реконструкций.

Ихнофациальный анализ заключается в родовом и видовом определении форм роющих организмов по их следам, проведении палеоэкологического моделирования и секвенсстратиграфических реконструкций.

Хроностратиграфические методы решают задачу сопоставления разрезов (частных и сводных) с Общей стратиграфической шкалой (Шкалой геологического времени) и глобальной корреляции осадочных толщ. В осно-

ве метода лежит комплексное обоснование возраста нижней границы стратона, увязка ее с закрепленной «золотым гвоздем» ярусной границей, прослеживание этой «изохронной границы» внутри бассейна и за его пределами на основе руководящего корреляционного события.

Комплексирование стратиграфических методов при проведении ГРР начинается уже на рекогносцировочной (начальной) стадии стратиграфических исследований. С помощью методов визуальной, а затем лабораторной диагностики пород устанавливается предварительная видимая последовательность толщ, их выраженность в рельефе. Затем выбирается рациональный комплекс литологических, палеонтологических и хроностратиграфических методов для детального стратиграфического изучения и корреляции стратонов.

При проведении крупномасштабных геологосъемочных работ в комплекс стратиграфических методов включают более точные специализированные методы изучения вещественного состава (например, химический анализ отдельных компонентов), комплексов органических остатков (например, микрофаунистический анализ с определением конкретных групп – фораминифер, радиолярий, остракод и др.) или определения абсолютного возраста (изотопный анализ).

Контрольные вопросы

1. Три основные группы методов стратиграфических исследований (суть, краткая характеристика, важнейший результат применения).
2. Схема стратиграфических методов. Взаимосвязь между отдельными методами.
3. Характеристика литологических методов.
4. Характеристика палеонтологических методов и хроностратиграфических методов.
5. Комплексирование методов для решения локальных и региональных задач геологических задач.

Лекция 2. Уточнение полевой диагностики пород по результатам лабораторного определения минерального состава

Одним из основных методов диагностики и оценки содержания минеральных компонентов в слоистых толщах является **рентгенографический фазовый анализ (РФА)**. Этот вид анализа является оптимальным количественным методом исследования вещественного состава осадочных горных пород и нерудного минерального сырья, а также диагностики отдельных минералов (Основы стратиграфии, 2010).

Обработка результатов РФА заключается в **уточнении полевых определений пород**. Для того, чтобы проанализированная порода получила уточненное по РФА название, необходимо воспользоваться классификационной таблицей (табл. 1), в которой определены процентные содержания минеральных фаз для второстепенных компонентов.

Основное название породы дается по преобладающей минеральной фазе. Второстепенные литологические компоненты, уточняющие основное название породы, располагаются в ее характеристике в порядке уменьшения содержаний.

Таблица 1

Генерализованная классификация второстепенных компонентов литологического состава осадочных пород (Зорина, 2012)

Наименование второстепенного компонента	Содержание, %
(обломочного)	
Песчаный Алевритовый Глинистый	25-50
(минерального)	
Известковый Глауконитовый Монтмориллонитовый Цеолитовый Кремнистый	25-50

Наименование второстепенного компонента	Содержание, %
(обломочного)	
Песчанистый Алевритистый Слабоглинистый	5-25
(минерального)	
Известковистый Цеолитистый Слабокремнистый Гидролюдистый Глауконитсодержащий Фосфоритсодержащий	5-25

Примеров кардинального изменения полевых названий пород после получения результатов аналитики в геологии масса. Методом рентгеновского количественного фазового анализа в 90-е годы прошлого столетия был выявлен новый тип верхнемеловых кремнисто-карбонатных пород – цеолитсодержащие мергели и опоки (Основы стратиграфии, 2010). Содержание цеолита группы гейландита-клиноптилолита достигает в них 30%. В сантонских отложениях на юго-востоке Русской плиты выделены отдельные прослои, в которых преобладающей минеральной фазой является клиноптилолит. Остальные минеральные фазы в этих слоях присутствуют в меньших количествах. Эти породы называются цеолититами, но визуально они диагностируются как кремнистый мергель или глинистая карбонатная опока. Подстилаются и перекрываются она породами, в которых цеолит уже не является преобладающей фазой, хотя он и присутствует в значительных количествах. Эти породы названы глинами цеолитовыми, мергелями цеолитистыми и т.п. Рентгеноструктурный анализ, помимо установления факта присутствия в породах цеолитов, дает возможность определить минеральный состав глин.

Изучение любого обнажения или скважины начинается с визуальной диагностики породы, или полевого определения. В дальнейшем, после получения результатов аналитических исследований полевое определение породы корректируется, а иногда меняется на иное. Основным объектом стратиграфического

изучения являются первично слоистые горные породы - осадочные и вулканогенно-осадочные. В таблице 2 приведен пример получения уточненных названий верхнемеловых-палеоценовых пород разреза Белогородня по результатам РФА.

Таблица 2

Пример получения уточненного названия породы по результатам РФА (разрез верхнемеловых-палеоценовых пород Белогородня)
(Зорина, 2012)

Ярус	Литология	Содержание, %						
		Глин. минералы	Цеолит	ОКТ-фаза	Кварц	ПШ	Кальцит	Доломит
Зеландский	Опока слабо глинистая, песчанистая	17		69	14			
	Опока песчанистая, слабо глинистая	10		67	21	2		
	Опока песчанистая, слабо глинистая, известковистая	10	2	60	19	4	5	
Датский	Опока глинистая, песчанистая, слабо известковистая	25		55	13	1	6	
	Опока глинистая, песчаная, цеолитистая	30	5	34	22	4	4	1
	Глина кремнистая, песчанистая, цеолитистая	36	11	30	18	5		
Маастра	Мергель цеолитистый, песчанистый	9	16		9		62	4
	Мел						100	

Контрольные вопросы

1. Рентгеновский фазовый анализ и уточнение полевой диагностики пород
2. Пример уточнения полевой диагностики пород по результатам лабораторного определения минерального состава

Лекция 3. Сейсмостратиграфические методы. Секвенс-стратиграфия в контексте междисциплинарных исследований. Тектоно-эвстатический анализ и платформенные секвенции

Сейсмостратиграфические методы. Для стратиграфических целей в настоящее время наиболее распространены сейсмические методы или «сейсмостратиграфия» (Прозоровский, 2010). В современном виде она появилась в начале 60-х годов 20 века при сейсмическом профилировании американцами океанического дна и называлась вначале «акустической стратиграфией». В нашей стране сейсмостратиграфия получила широкое распространение после выхода в свет в 1982 г перевода обобщающей работы американских авторов «Сейсмическая стратиграфия». Безусловным достоинством метода являются возможность высокоинформативного анализа строения геологического разреза одновременно на огромном протяжении.

Однако, временной разрез - это не стратиграфический разрез. Его отражающие границы являются не хроностратиграфическими, а литологическими уровнями, четко разделяющими толщи пород различного состава, структуры, степени метаморфизма или уплотнения, т.е. несогласиями (Прозоровский, 2010; Основы стратиграфии, 2010). Достаточно часто эти ограничения связаны с уровнями поверхности вод Мирового океана - границами секвенций (Габдуллин и др., 2008). Отражая физические свойства отдельных толщ, эти границы неизбежно диахронны. Определение стратиграфического положения сейсмоединиц возможно только через корреляцию их с РСШ или МСШ, что без привлечения био- и собственно литостратиграфических методов сделать невозможно.

Следует подчеркнуть, что сейсмические методы прекрасно характеризуют поверхности погребенного рельефа, устанавливают наличие на глубине останцовых возвышенностей, ископаемых рифов, клиноформ и т.д., что имеет первостепенное значение при поисковых работах, особенно на нефть и газ (рис. 2).

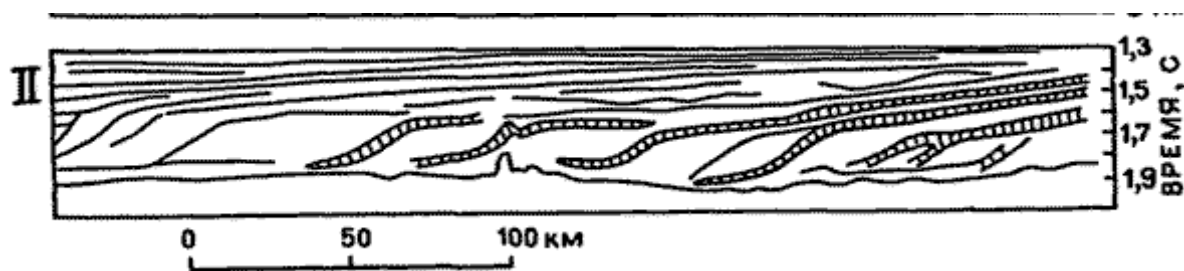


Рис. 2. Схематический временной разрез с неомскими клиноформами Западно-Сибирской плиты

Секвенс-стратиграфия как научное направление появилась в 70-е годы XX века на базе интенсивно развивавшейся сейсмической стратиграфии. В 1977 г. Петер Вейл с коллегами из исследовательской группы компании Exxon (США) опубликовали новую технологию интерпретации сейсмических профилей, согласно которой предполагается соответствие отражающих горизонтов, выявленных на акустических профилях, изохронным границам несогласий или поверхностям напластования. Было установлено, что такие несогласия легко распознаются в морских сейсмических разрезах, и являются последствиями глобальных эвстатических колебаний.

Базируясь на разнообразных и многочисленных источниках первичной геологической информации, секвенс-стратиграфия заполняет пробелы, существующие между седиментологией, фациальным анализом и стратиграфией (рис. 3).

Сейсмическая стратиграфия дала толчок развитию секвенс-стратиграфии как самостоятельной научной дисциплины при достаточно быстром подтверждении ее основных положений огромным количеством фактических данных, полученных при бурении и изучении обнажений в различных регионах мира (Габдуллин и др., 2008).



Рис. 3. Секвенс-стратиграфия в контексте междисциплинарных исследований (по Catuneanu, 2002).

Новый метода анализа сейсмических данных оказался практически столь же революционным, что и опубликованная в 60-е годы теория тектоники плит). В работе П.Р. Вейла и его коллег (1977), помимо концепции сейсмической стратиграфии, была опубликована глобальная циклостратиграфическая шкала, основанная на положении о признании эвстазии главной движущей силой при формировании стратиграфической цикличности всех уровней. Один из основоположников секвенс-стратиграфии Октавиан Катуняну считает, что секвенс-стратиграфические построения, выполненные с учетом глобальной циклостратиграфической шкалы, позволяют составить более реальное представление о временном геологическом разрезе, чем при составлении такого разреза с использованием традиционных хроностратиграфических датировок.

Тектоно-эвстатический анализ и платформенные секвенции. Секвенсстратиграфические исследования морских осадочных толщ платформенных областей до последнего времени сталкивались с проблемой выделения

так называемого «регионального шума» из совместного тектоно-эвстатического воздействия на формирование осадочных толщ. Для выделения влияния тектонических колебаний из совместного тектоно-эвстатического результата необходим анализ тектоно-эвстатических особенностей формирования осадочных последовательностей с выделением тектоно-эвстатических циклитов, или платформенных секвенций. Секвенции выделяются только по результатам хроностратиграфического анализа изучаемого разреза. При сопоставлении разреза с временной шкалой отчетливо проявляются крупные перерывы и интервалы непрерывного осадконакопления - секвенции. Оказалось, что с каждым из выделенных циклитов связан определенный комплекс твердых полезных ископаемых, т.к. каждый из циклитов характеризуется специфическим вещественным составом, определяющим минерагеническую специализацию отдельных горизонтов, толщ, либо всего циклита (Зорина, 2012б; Основы стратиграфии, 2010).

Хроностратиграфическое расчленение среднеюрских-нижнемеловых разрезов позволило выделить серии непрерывно накопившихся осадков – секвенции и разделяющие их крупные стратиграфических перерывы (рис. 4). На востоке Русской плиты отчетливо выделяется 5 циклитов (Зорина, 2012б): байос-келловейский (бескарбонатные песчаные глины, пески), оксфорд-волжский (карбонатные глины и мергели, битуминозные глины, песчаники и конгломераты), валанжинский (песчаники, конгломераты, бескарбонатные глины), готерив–аптский (бескарбонатные глины, пески) и альбский (бескарбонатные песчаные глины, пески), разделенных региональными перерывами. Литологическое строение выделенных циклитов достаточно однообразно, в них выделены 2 комплекса фаций: 1 - песков, песчаников и фосфоритовых конгломератов и 2 - глин, глинистых карбонатов и сланцев. Первый комплекс является прибрежно-морским, второй – мелководно-шельфовым.

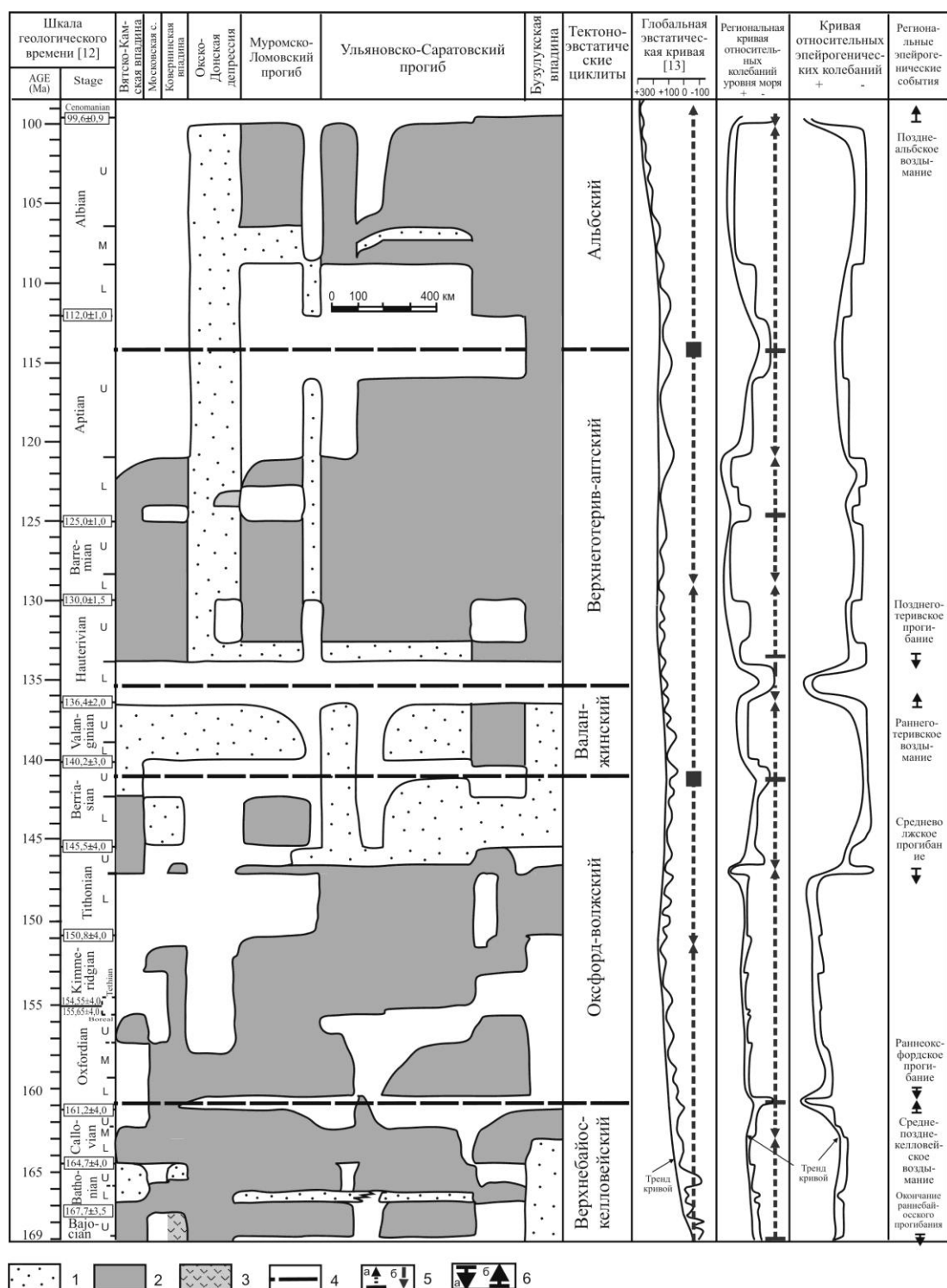


Рис. 4. Циклостратиграфическая схема среднеюрских-нижнемеловых отложений востока Русской плиты (Зорина, 20126).

Условные обозначения: 1 – пески, песчаники, фосфоритовые плиты; 2 – глины; 3 – вулканогенно-осадочные отложения; 4 – границы мегасеквенций; 5 – эвстатические события: а – подъем уровня моря, б - падение; 6 – тектонические события: а – воздымания, б – прогибания; С. – синеклиза.

Выделенные литостратоны являются по своей природе и сущности мегасеквентами, т.к. возрастной интервал их формирования варьирует от 5 до 20 млн. лет (Габдуллин и др., 2008).

Анализ изменения фациального облика осадков во времени и по латерали позволил оценить динамику изменения глубины бассейна и построить региональную эвстатическую (батиметрическую) кривую, представляющую собой результат взаимодействия глобальной эвстазии и регионального «тектонического шума».

Разделение влияния этих двух факторов оказалось возможным путем наложения глобальной эвстатической кривой на построенную батиметрическую кривую. Интервалы, где проявляется сходство трендов кривых, отвечают преобладанию глобальной эвстазии; на этапах несовпадения в осадочном процессе доминирует «тектонический шум».

Динамика вертикальных тектонических движений воспроизведена в кривой, построенной на основе анализа пространственно-временного изменения фациального облика осадков, гетерохронности и синхронности гиатусов (рис. 4).

О значении тектоно-эвстатического анализа. Свиты, сгруппированные в платформенные секвенции, имеют выдержанный по простиранию вещественный состав и широкую распространенность на ВРП. Это обусловлено существованием в геологической истории морского бассейна длительных периодов стабильного (как высокого, так и низкого) стояния уровня моря с накоплением пород определенного литологического состава на значительных территориях (Зорина, 2012б).

Каждая секвенция формировалась в стабильных тектоно-эвстатических условиях, при которых не возникали длительные перерывы в осадконакоплении, во время которых могли бы произойти крупные геодинамические и климатические перестройки, а следовательно мог измениться и фациальный облик осадков. Резкая смена тектоно-эвстатического режима происходила на рубежах, соответствующих границам

секвенций. Это обуславливало новый импульс относительно непрерывного накопления осадков, состав которых существенно отличался от осадков предшествующего этапа. Стабильный, относительно высокий уровень моря способствовал формированию глин среднеюрского, верхнеюрского и обоих нижнемеловых циклитов, различающихся по минеральному составу, соответственно обладающих разными потребительскими свойствами (светложгущееся, тугоплавкое, огнеупорное, высоковспучивающееся сырье). Стабильным низким уровнем моря вызвано формирование фосфорит- и глауконитсодержащих песчано-конгломератовых слоев пограничного юрско-мелового интервала, являющихся природными фосмелиорантами.

Контрольные вопросы

1. Сейсмостратиграфический метод.
2. Секвенс-стратиграфия в контексте междисциплинарных исследований.
3. Тектоно-эвстатический анализ и платформенные секвенции средней юры-нижнего мела ВРП.
4. Значение тектоно-эвстатического анализа.

Лекция 4. Влияние глобальной эвстазии, вертикальной тектоники и осадконакопления на формирование различных типов осадочных последовательностей. Методы оценки углубления-обмеления, трансгрессии-регрессии

Секвенс-стратиграфия, как научно-практическая дисциплина, заполняет пробелы, существующие между фациальным анализом, седиментологией, бассейновым анализом и хроностратиграфией. Концепция секвенс-стратиграфии базируется на интерпретации результатов совместного взаимодействия следующих разнонаправленных и разноамплитудных геологических процессов: глобальной эвстазии, вертикальной тектоники и заполнения бассейна осадками (Габдуллин и др., 2008) (рис. 5).



Рис. 5. Генерализованная схема иллюстрирующая влияние глобальной эвстазии, вертикальной тектоники и осадконакопления на формирование различных

ных типов осадочных последовательностей (по Catuneanu et al., 1998 с изменениями и дополнениями; Зорина, 2012а)

Совместное воздействие эвстазии и «тектонического шума» способствует, с одной стороны, изменению регионального уровня моря, а, следовательно, - углублению или обмелению бассейна; с другой стороны - изменению пространственной конфигурации бассейна с расширением или сокращением его акватории при трансгрессии или регрессии (Зорина, 2012а).

Оценка углубления-обмеления проводится по результатам анализа фациального строения разреза. С наибольшей степенью достоверности данная процедура может быть проведена посредством обработки данных микрофаунистического анализа с применением эколого-батиметрического моделирования расселения бентосной микрофауны. Например, батиметрическая специализация юрских-нижнемеловых бентосных фораминифер РП позволяет оценить изменение палеоглубины накопления слоев, из которых они определены, и построить кривую изменения регионального уровня моря (Зорина, 2012а).

Динамика трансгрессивно-регрессивного режима определяется посредством анализа изменения площадного распространения отложений во времени. Данный анализ проводится с применением атласов или карт, а также унифицированных схем, т.е. геологической фактуры, охватывающей некий регион или несколько регионов и определенный возрастной интервал. Примером ярко выраженного трансгрессивного залегания является средневожжская промзинская толща, сложенная битуминозными сланцами, распространенная во всех структурно-геологических зонах ВРП, перекрывающая разновозрастные толщи верхней и даже средней юры. Пример регрессивного залегания – средне-верхневожжские песчано-конгломератовые фосфоритсодержащие толщи, локально залегающие на горючих сланцах промзинской толщи средневожжского подъяруса.

Оба фактора - региональный уровень моря и ТР-фактор - в совокупности характеризуют аккомодационное пространство, т.е. пространство, заполняемое осадками.

Вариации аккомодации и количества поступающего осадочного материала (фактор осадконакопления) в совокупности обуславливают строение формирующейся осадочной толщи, т.е. отвечают за ее архитектуру.

Согласно концепции секвенс-стратиграфии, различают следующие разновидности осадочных последовательностей, формирующихся при тектоно-эвстатических флуктуациях: проградационные (регрессивные – от тонких к грубым), ретроградационные (трансгрессивные – от грубых к тонким), агградационные (без выраженного ТР – вектора – от тонких к тонким, от грубых к грубым). Рассмотрим варианты взаимодействия аккомодации и осадконакопления, при которых формируются вышеназванные осадочные последовательности (Зорина, 2012а). Примечательно, что далеко не всегда ретроградационные последовательности формируются при трансгрессиях, а проградационные – при регрессиях (рис. 6).

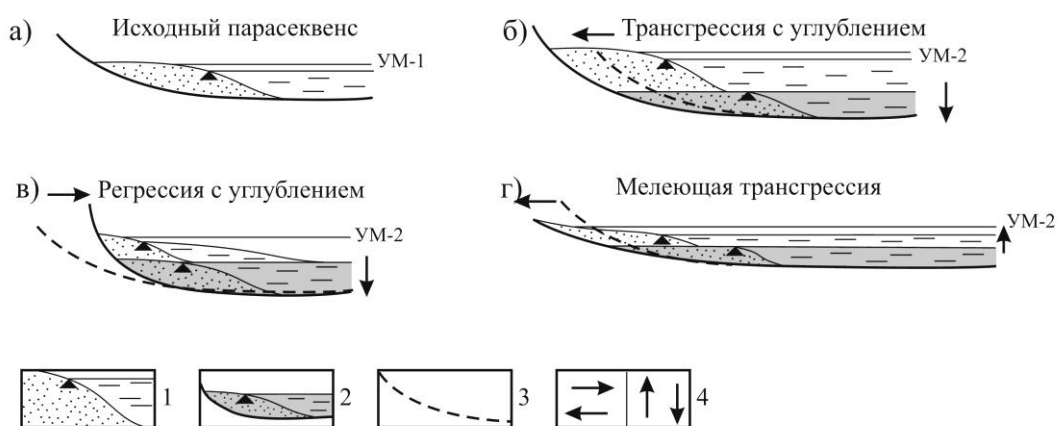


Рис. 6. Механизмы формирования осадочных последовательностей в условиях избытка аккомодационного пространства и/или недостатка осадочного материала (вариант 1).

Условные обозначения: 1 - фациальная граница прибрежно-морских песков и мелководно-шельфовых глин с проекцией на плоскость разреза линии пересечения их кровельных поверхностей; 2 - первоначально сформированный парасеквенс; 3 - первоначальное положение уровня дна седиментации; 4 - направления векторов: а - трансгрессии - регрессии, б -

углубления - обмеления; УМ-1 - первоначальное положение уровня моря, УМ-2 - изменившееся положение уровня моря.

Вариант 1. Избыток аккомодационного пространства и/или недостаток осадочного материала, при выполнении условия: $\delta A/\delta S > 1$. В этом случае формируются ретроградационные (трансгрессивные последовательности). Если же отношение $\delta A/\delta S$ близко 1, то последовательность может быть агградационной.

1 а. Первая фаза осадконакопления, с зафиксированной точкой границы кровель прибрежных песков и мелководно-шельфовых глин (offset).

1 б. При трансгрессии с одновременным прогибанием дна бассейна, вызывающим углубление (классической трансгрессии), аккомодационное пространство увеличивается. Если осадочного материала поступит не меньше, чем в первую фазу осадконакопления, то сформируется отчетливая ретроградационная последовательность со смещением offset в сторону суши. Пример: верхнемеловые отложения, на отдельных участках РП перекрывающие палеозойские и даже проторозойские образования.

1 в. При регрессии с углублением теоретически аккомодационное пространство может увеличиться. При недостатке осадочного материала точка offset сместится в сторону суши и сформируется ретроградационная последовательность.

1 г. При трансгрессии с одновременным воздыманием дна, вызывающим обмеление (мелеющей трансгрессии), аккомодационное пространство теоретически может увеличиться (если растекание произойдет на весьма значительные территории). Недостаток осадочного материала приведет к смещению точки offset в сторону суши и образованию ретроградационной последовательности.

Вариант 2. Недостаток аккомодационного пространства и/или избыток осадочного материала, при выполнении условия: $\delta A/\delta S < 1$ (рис. 7). В этом случае формируются проградационные, до деградационных (регрессивные)

последовательности. Если же отношение $\delta A/\delta S$ близко 1, то последовательность может быть агградационной.

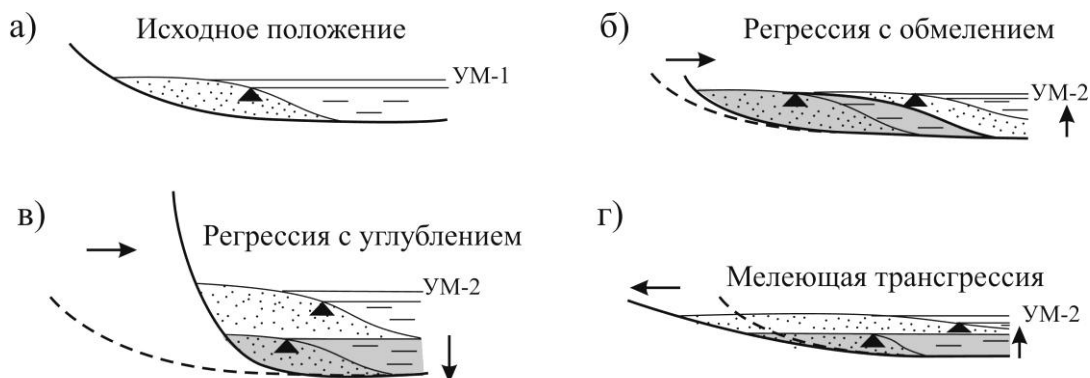


Рис. 7. Механизмы формирования проградационных (деградационных) осадочных последовательностей в условиях недостатка аккомодационного пространства и/или избытка осадочного материала (вариант 2).

2 а. Первая фаза осадконакопления, с зафиксированной точкой границы кровель прибрежных песков и мелководно-шельфовых глин (offset).

2 б. Регрессия с воздыманием поверхности дна, вызывающим обмеление (классическая регрессия). Аккомодационное пространство сильно сокращается, точка offset смещается в сторону бассейна. Формируется отчетливо выраженная проградационная последовательность. Если же offset смещается в сторону бассейна по кровле глин, формируется деградационная последовательность. Вторая фаза осадконакопления не будет участвовать в строении вертикального разреза, сместившись по латерали. Проводить правильное расчленение по керну и корреляцию разрезов при данном варианте крайне сложно. Для правильной стратиграфической интерпретации и бассейнового анализа необходимо привлечение данных сейсмопрофилирования и использование секвенс-стратиграфический подход. Яркий пример таких деградационных последовательностей – неомские клиноформы Западно-Сибирской плиты.

2 в. Регрессия с одновременным прогибанием дна бассейна, приводящим к его углублению, теоретически может вызвать уменьшение аккомодации. Увеличение количества поступающего осадочного материала будет способствовать засыпанию бассейна осадками со смещением точки offset в сторону бассейна. Сформируется проградационная последовательность.

2 г. Мелеющая трансгрессия может сопровождаться сокращением аккомодации и засыпанием бассейна поступающим в обилии осадочным материалом. Произойдет смещение точки offset в сторону бассейна с образованием проградационной последовательности.

Таким образом, опровергается традиционное мнение, что трансгрессивные последовательности образуются при углублениях бассейна и наступлении моря на сушу. На простейших примерах показано, что ретроградационные пакеты могут образоваться при регрессиях (с углублением), а также при обмелениях (но при трансгрессии).

Также не всегда справедливо утверждение об образовании регрессивных последовательностей при обмелениях и регрессиях. Проградационные пакеты могут формироваться при регрессивном углублении и в условиях мелеющей трансгрессии.

Учитывая обилие вариантов, при которых могут накапливаться проградационные и ретроградационные пакеты, т.е. с ярко выраженным вектором изменения зернистости осадков, образование агградационных пакетов может происходить практически при любых аккомодационно-седиментационных условиях, когда изменение этих двух факторов примерно сопоставимо.

Контрольные вопросы

1. Влияние глобальной эвстазии, вертикальной тектоники и осадконакопления на формирование различных типов осадочных последовательностей (схема).

2. Методы оценки углубления-обмеления, трансгрессии-регрессии (примеры).
3. Накопление осадочных последовательностей при избытке аккомодационного пространства и/или недостатке осадочного материала (с рисунком и примером).
4. Накопление осадочных последовательностей при недостатке аккомодационного пространства и/или избытке осадочного материала (с рисунком и примером).

Лекция 5. Хроностратиграфия, оценка углубления-обмеления, трансгрессивно-регрессивная и проградационно-ретроградационная цикличность (на примере среднеюрских-нижнемеловых отложений востока Русской плиты)

Хроностратиграфическое расчленение среднеюрских-нижнемеловых разрезов дало возможность рассмотреть осадочный бассейн как систему с цикличным чередованием периодов относительно непрерывного осадконакопления и длительных перерывов. Ключем для реконструкции тектоно-эвстатического режима явилось литолого-батиметрическое моделирование и построенные на его основе региональные кривые изменения уровня моря и кривые вертикальных тектонических движений.

В настоящем разделе рассматривается третий из факторов (помимо эвстазии и тектоники), влияющих на строение формирующейся осадочной толщи – поступление в бассейн седиментации осадочного материала - фактор седиментации.

Совместно с аккомодацией фактор седиментации формирует два типа осадочных последовательностей – ретроградационную (уменьшение зернистости вверх по разрезу) и проградационную (увеличение зернистости вверх по разрезу).

Аккомодационно-седиментационные особенности эволюции морского бассейна в средней юре-раннем мелу на востоке Русской плиты (Зорина, 2014) рассмотрены на рис. 8 и 9).

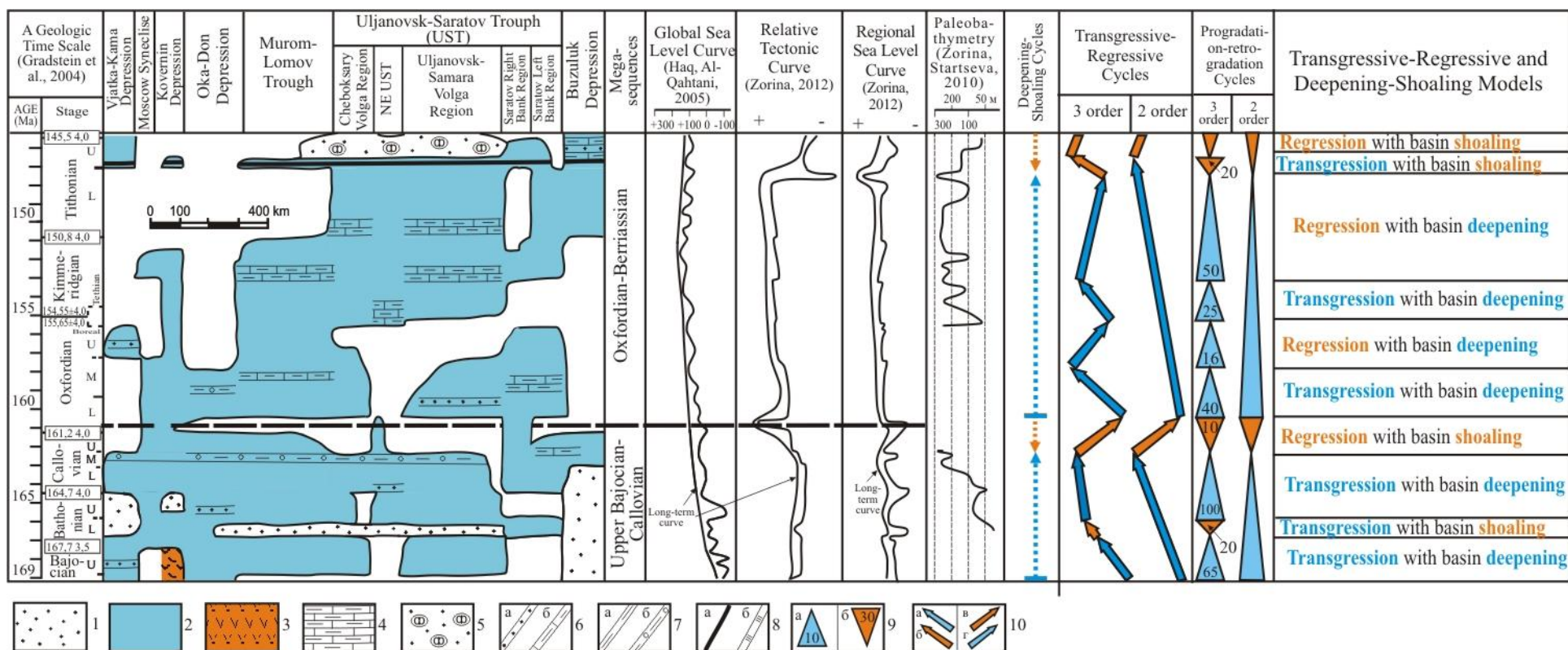


Рис. 8. Проградационно-ретроградационная и трансгрессивно-регрессивная цикличность юрских отложений востока Русской плиты (Зорина, 2014)

Условные обозначения: 1 - пески, песчаники; 2 - глины; 3 - вулканогенно-осадочные отложения; 4 - мергели; 5 - пески, песчаники в желваках и гальках фосфоритов; 6а - прослой песков, алевроитов, 6б - прослой мергелей; 7а - прослой глин, 7б - прослой глин с железистыми оолитами; 8а - битуминозные глины и горючие сланцы, 8б - прослой опок; 9а - ретроградационная последовательность и ее мощность в метрах, 9б - проградационная последовательность и ее мощность в метрах; 10 - трансгрессивно-регрессивный режим: а - трансгрессия с обмелением, б - трансгрессия с углублением, в - регрессия с обмелением, г - регрессия с углублением

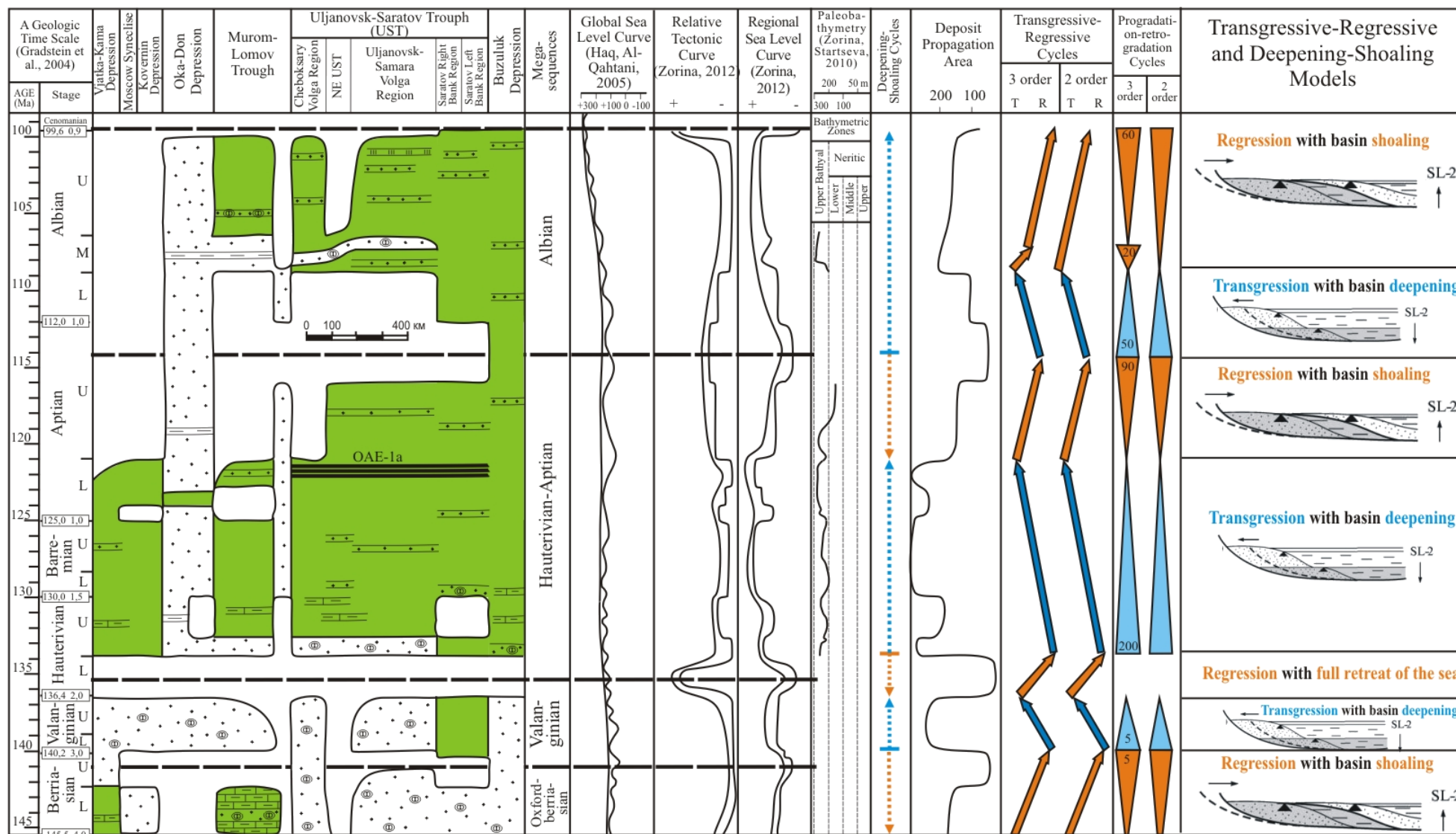


Рис. 9. Проградационно-ретроградационная и трансгрессивно-регрессивная цикличность нижнемеловых отложений востока Русской плиты (Зорина, 2014)

Этапы углубления и обмеления. Источником информации для выделения этапов углубления и обмеления рассматриваемого участка осадочного бассейна служит кривая регионального уровня моря (Зорина, 2014). В средней и поздней юре доминировало общее углубление с накоплением преимущественно глинистых толщ. В раннем бате отмечено кратковременное обмеление, которое привело к накоплению полиминеральных песков и песчаных глин. В позднем келловее обмеление завершилось образованием регионального гиатуса. В конце раннего титона, после скачкообразного углубления, которым завершился общий тренд увеличения глубины бассейна, началось не менее резкое обмеление. Данное событие привело к накоплению литологически контрастных толщ: нижнетитонские глины перекрыты верхнетитонскими горючими сланцами, на которые, в свою очередь, налегают фосфоритсодержащие песчаники и конгломераты.

Начало раннего мела характеризуется продолжающейся фазой обмеления, которое в позднем берриасе привело к прекращению осадконакопления и/или практически полному размыву ранее накопившихся песчано-конгломератовых толщ. Валанжинское углубление было незначительным и повлекло за собой накопление песчаников и конгломератов с фосфоритовыми гальками. В раннем готериве зафиксирован крупнейший региональный гиатус, на основании которого сделан вывод об обмелении бассейна и прекращении осадконакопления. Поздний готерив - ранний апт отмечен плавной фазой углубления со стабилизацией, поздний апт – устойчивым обмелением, завершившимся позднеаптским-раннеальбским региональным гиатусом. В альбе реконструирован общий тренд углубления.

Площадь распространения. Максимальная площадь распространения юрских и нижнемеловых отложений на ВРП составляет 300 тыс. км². Кривая изменения данного параметра во времени носит неравномерный, ступенчатый характер, изменяясь от 0 (ранний готерив) до максимальных значений (баррем). Количественные данные о площадном развитии рассматриваемых отложений в совокупности с полученными численными значениями глубины

их образования позволили оценить динамику изменения аккомодационного пространства во времени и в пространстве.

Трансгрессивно-регрессивная цикличность. Характер трансгрессивно-регрессивной цикличности во многом определяется динамикой площадного распространения среднеюрских-нижнемеловых осадочных толщ, особенностями перекрытия нижележащих толщ вышележащими. Поэтому циклы 3 порядка синхронизированы с площадной кривой.

Основное время накопления осадочного материала всех мегасеквенций, кроме альбской, приходится на фазу трансгрессии. Позднекелловейская, позднетитонско-берриасская, раннеготеривская регрессии отличаются кратковременностью и высокой интенсивностью, о чем свидетельствует практически полное отсутствие осадков на ВРП. При формировании альбской мегасеквенции длительность трансгрессивной фазы меньше регрессивной, что свидетельствует о стабилизации тектоно-эвстатического режима, а следовательно и процессов седиментации.

Трансгрессивно-регрессивная цикличность 3 порядка существенно детализирует пространственно-временные особенности строения юрских мегасеквенций. В частности, формирование оксфорд-берриасской мегасеквенции было осложнено тремя циклами 3 порядка. В раннем мелу циклы 2 и 3 порядков практически синхронны. Причиной смены неустойчивого юрского трансгрессивно-регрессивного режима на спокойный раннемеловой, по видимому, была стабилизация вертикальных тектонических движений.

Необходимо особо отметить раннеаптский событийный горизонт, представленный битуминозными глинами и горючими сланцами, являющийся региональным отражением глобального аноксического события ОАЕ-1a (Зорина, 2012б). Формирование битуминозных слоев происходило в конце длительной трансгрессивной фазы цикла 2 порядка. Сразу после завершения накопления данных слоев последовала регрессивная фаза и незначительное обмеление бассейна. По результатам проведенных построений стало очевидно, что причина наступления аноксии заключалась не в резком изменении

трансгрессивно-регрессивного режима, как считают некоторые авторы. Вероятнее всего, ее следует искать в активизации гигантских магматических провинций, вызвавшей глобальное ухудшение климатических условий и угнетение биоты.

Изменение $\delta A/\delta S$ по разрезу. Отношение изменения объемов аккумуляции к изменению объемов седиментации ($\delta A/\delta S$) было изначально разработано для отбивки проградационно-ретроградационных циклов, выделяющихся преимущественно на пассивных окраинах.

Для среднеюрских-нижнемеловых мегасеквенций характерно доминирование значений больше 1, свидетельствующих о формировании ретроградационных последовательностей. Максимальное значение $\delta A/\delta S$ (12,5) установлено для валанжинской мегасеквенции. Только в позднеаптском интервале расчетное значение $\delta A/\delta S$ оказалось меньше 1, что логично увязывается с приходящейся на данный интервал регрессивной фазой и постепенным опесчаниванием альбских глин вверх по разрезу (проградационная последовательность).

Расчеты значений $\delta A/\delta S$ для циклов 3 порядка также показали почти полное преобладание значений, превышающих 1, и большой разброс самих значений. Примечательно, что в начале позднего титона при формировании битуминозных глин и горючих сланцев значение $\delta A/\delta S$ оказалось равным 0,3, что согласуется с обмелением, установленным по данным микрофаунистического анализа.

Проградационно-ретроградационная цикличность. В основу построения шкалы проградационно-ретроградационной цикличности положено изменение гранулометрического состава пород по разрезу с учетом значений $\delta A/\delta S$, полученных для циклов 2 и 3 порядков.

Все мегасеквенции состоят из ретроградационной и проградационной составляющих, за исключением валанжинской мегасеквенции, у которой проградационная часть размыта. Однотипность строения объясняется воздействием на их формирование классических эволюционных механизмов: в

трансгрессивную фазу бассейн углублялся, в регрессивную – мелел. Однако этот вывод справедлив только для наиболее общих (трендовых) тенденций эволюции данного бассейна.

Циклы 3 порядка, детализирующие строение мегасеквенций, не всегда подчинены вышеприведенной закономерности. В частности, в нижнебатском интервале байос-келловейской мегасеквенции произошло трансгрессивное обмеление бассейна с налеганием песков и песчаных глин на верхнебайосские глины. Средне-верхнеоксфордские и верхнекимериджско-нижнетитонские глины и мергели отлагались в регрессивную фазу, сопровождающуюся углублением. И, наконец, наиболее яркий пример – образование верхнетитонских битуминозных глин и горючих сланцев в условиях мелеющей трансгрессии. Причиной такого ступенчатого регрессивно-трансгрессивного углубления в оксфорде-раннем титоне и трансгрессивно-регрессивного обмеления в позднем титоне-берриасе, по-видимому, являются кратковременные проявления тектонического «шума», а также вызванные им перерывы в осадконакоплении, сопровождающиеся размывом отсутствующих элементов строения циклов 3 порядка.

В нижнемеловых отложениях свидетельств несовпадения трансгрессивно-регрессивной и проградационно-ретроградационной цикличности не установлено, что еще раз подтверждает в целом более спокойный тектоно-эвстатический и седиментационный фон в раннем мелу в сравнении со средне-позднеюрским режимом осадконакопления.

Контрольные вопросы

1. Аккомодационно-седиментационные особенности эволюции морского бассейна в средней юре-раннем мелу на востоке Русской плиты.
2. Этапы углубления и обмеления и площадь распространения.
3. Изменение $\delta A/\delta S$ по разрезу и проградационно-ретроградационная цикличность.

Библиографический список

Зорина С.О. Механизмы осадконакопления в эпиконтинентальных бассейнах. Учебно-методическое пособие. Казань: Казан. ун-т, 2012а. 33 с.

Зорина С.О. Юрские – палеогеновые осадочные последовательности востока Русской плиты: тектоно-эвстатический анализ, секвенс-стратиграфия, фациальные трансформации и полезные ископаемые. М., 2012б. 192 с.

Зорина С.О. Седиментационный режим и аккомодационное пространство в средней юре – раннем мелу на востоке Русской плиты // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 10. С. 1509-1520.

Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. Екатеринбург, 2005. 289 с.

Основы стратиграфии: лекции. Часть 1. Учебно-метод. пособие / сост. В.В. Силантьев, С.О. Зорина. Казань, 2010. 44 с.

Основы стратиграфии: лекции. Часть 2. Учебно-метод. пособие / сост. В.В. Силантьев, С.О. Зорина. Казань, 2010. 68 с.

Прозоровский В.А. Общая стратиграфия. 2-е изд. М., 2010. 208 с.

Степанов Д.Л., Месежников М.С. Общая стратиграфия (Принципы и методы стратиграфических исследований). Л., 1979. 423 с.

ЧАСТЬ 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1-2. Составить реферат и сделать доклад на семинаре

Темы рефератов

- Европейская стратиграфическая школа: основные представители и их вклад в науку.
- Точки глобальных стратотипов границ (общие требования к разрезам, описание одного из GSSP)
- Николай Алексеевич Головкинский – выдающийся представитель Казанской геологической школы, вклад в развитие стратиграфии.
- Шкала геологического времени – 2004. Краткий обзор.
- История стратиграфических исследований на территории Республики Татарстан
- История разработки Международных стратиграфических шкал
- История становления и развития секвенс-стратиграфии
- Основные термины и понятия секвенс-стратиграфии
- Строение секвенции. Системные тракты (модель по Van Wagoner, 1990)

Задание № 3-5:

Фамилия И.О. _____ группа № _____ Дата _____

Приведено описание обнажений (снизу вверх).

1) Построить масштабные разрезы, выделить маркирующие горизонты, провести корреляцию разрезов; 2) построить сводный масштабный разрез с легендой; 3) определить мощность карбонатной толщи между маркирующими горизонтами в сводном разрезе.

Обнажение 1

Слой 1. Сланцы глинистые, серые и аргиллиты. Мощность - 60 м.

Слой 2. Переслаивание песчаников серых, мелкозернистых, тонкослоистых и глинистых сланцев. Мощность - 70 м.

Слой 3. Известняки органогенные, серые, массивные. Мощность - 20 м.

Слой 4. Известняки органогенные, светло-серые, мелкозернистые. Мощность - 60 м.

Слой 5. Глины глауконитовые, зеленые. Мощность - 5 м.

Слой 6. Известняки глинистые, светло-серые, массивные, крепкие. Мощность - 50 м.

Слой 7. Известняки битуминозные, серые, пелитоморфные, массивные. Мощность - 100 м.

Слой 8. Известняки серые, мелкозернистые, слоистые, кавернозные. М - 90 м.

Слой 9. Известняки глинистые, серые. Мощность - 80 м.

Слой 10. Известняки серые, пелитоморфные, тонкослоистые. Мощность - 70 м.

Слой 11. Каменный уголь с отпечатками растений. Мощность — 10 м.

Слой 12. Доломиты глинистые, серые, тонкозернистые, кавернозные. Мощность - 60 м.

Обнажение 2

Слой 1. Глины серые, тонкослоистые. Мощность — 80 м.

Слой 2. Сланцы глинистые, серые с прослоями песчаников и известняков. Мощность - 75 м.

Слой 3. Известняки органогенные, светло-серые, пелитоморфные, массивные. Мощность - 20 м.

Слой 4. Глины глауконитовые, зеленые. Мощность - 10 м.

Слой 5. Известняки глинистые, серые с маломощными прослоями глин. Мощность - 100 м.

Слой 6. Известняки глинистые, серые, мелкозернистые, массивные. Мощность - 70 м.

Слой 7. Доломиты серые, среднезернистые, массивные. Мощность - 50 м.

Слой 8. Известняки светло-серые, пелитоморфные, прослоями глинистые. Мощность - 90 м.

Слой 9. Известняки глинистые, серые, прослоями доломитизированные. Мощность - 80 м.

Слой 10. Каменный уголь с отпечатками растений. Мощность - 10 м.

Слой 11. Доломиты серые, тонкозернистые, массивные, кавернозные. Мощность - 55 м.

Обнажение 3

Слой 1. Глины серые, прослоями зеленовато-серые. Мощность - 70 м.

Слой 2. Песчаники серые, мелкозернистые, глинистые сланцы, тонкие прослои известняков. Мощность - 80 м.

Слой 3. Известняки органогенные, серые, массивные. Мощность - 45 м.

Слой 4. Известняки светло-серые, мелкозернистые. Мощность - 60 м.

Слой 5. Глины глауконитовые, зеленые. Мощность - 10 м.

Слой 6. Известняки глинистые, серые, пелитоморфные, тонкослоистые. Мощность - 70 м.

Слой 7. Доломиты глинистые, светло-серые, кавернозные. Мощность - 50 м.

Слой 8. Известняки серые, скрытокристаллические, массивные. Мощность - 90 м.

Слой 9. Известняки серые, мелкозернистые, оолитовые. Мощность - 80 м.

Слой 10. Известняки серые, пелитоморфные, тонкослоистые. Мощность - 35 м.

Слой 11. Каменный уголь с отпечатками растений. Мощность - 10 м.

Слой 12. Доломиты серые, кавернозные. Мощность - 70 м.

Задание 6. Используя таблицу «Генерализованная классификация второстепенных компонентов литологического состава осадочных пород» (см. лекцию 3) дать уточненное по РФА название породы, указав основное название и второстепенные компоненты

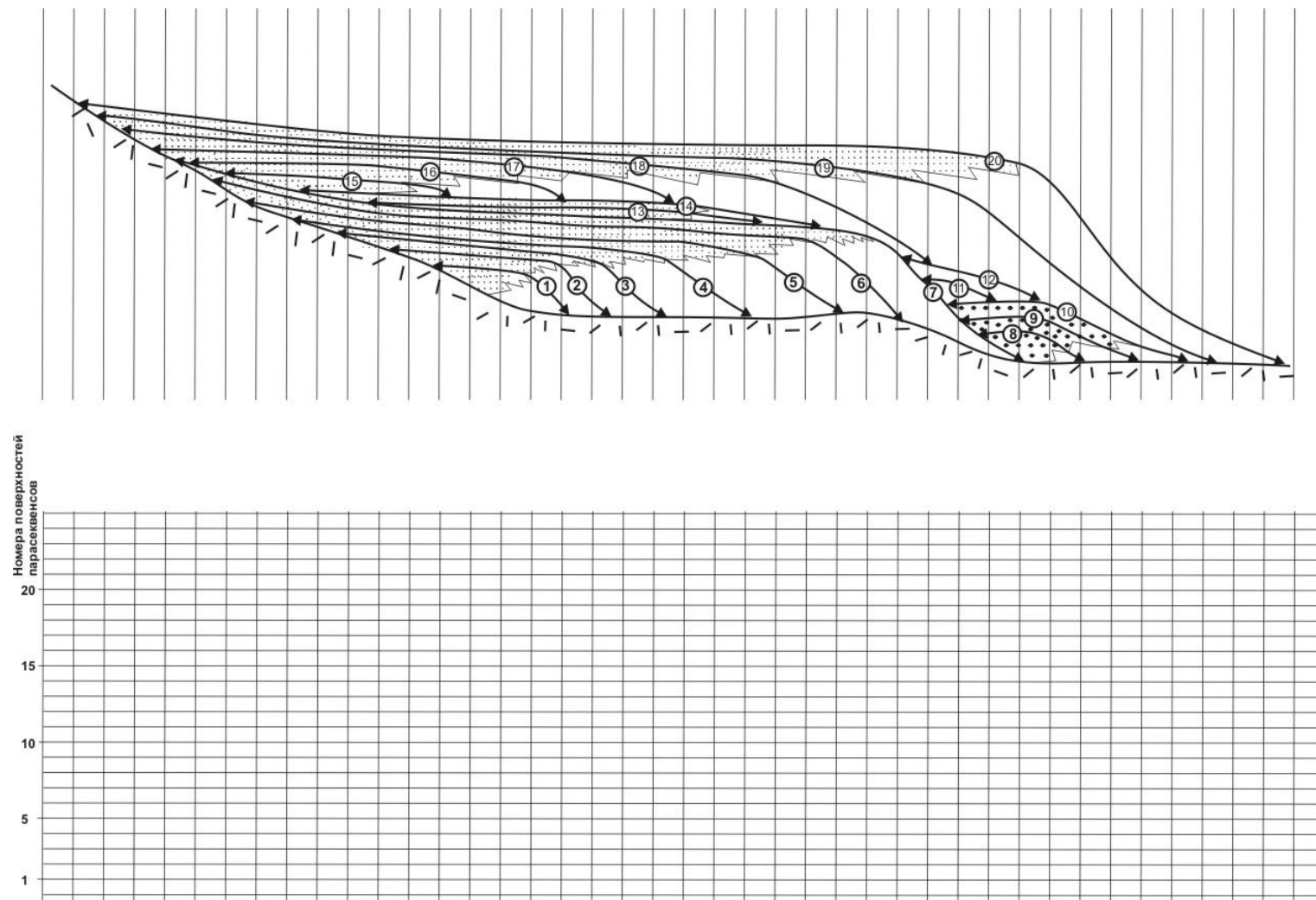
Минеральный состав пород разреза «Вишневое» (по данным РФА)

Ярус	Отдел	Свита	Номер пробы	Название породы	Содержание, % масс.								
					Смектит	Смешано- слойный минерал	Гидро- слюда	Каль- цит	Кварц	По- ле- вой	Цео- лит	Фос- фо-рит	опал- кристо- ба- лит- тридимит
Кампанский	Верхний	Нали- товс- кая	17		30		5	35	12	3	14	1	
			16		64		14	1	6	5	4		6
		Ар- дым- ская	15			15	5	1	3	1			75
Сантонский	Верхний	Мезиолап- шиновская	14		33		6	18	2	1	23		17
			13					6	1				93
			12			13	31	9	2	1	7	4	33
			11			24	26	23	5		13	4	5
			10				70	14	2		3	5	6
	Нижний	Можжевеловоовражная	9		66		4	1	10	5	14		
			8				29	1	9	1	10		50
			7			23	13		9	2	10		43
			6		59		3	1	11	2	7	2	15
			5				19		4				77
			4				15		4				81
			3			18	7		40	4	22	7	2
			2					12	70	6	2	7	2
Як- ов	Сред- верх.	Бори- соглеб- ская	1					24	64	2	2	8	

Задание № 7:

Фамилия И.О. группа № Дата

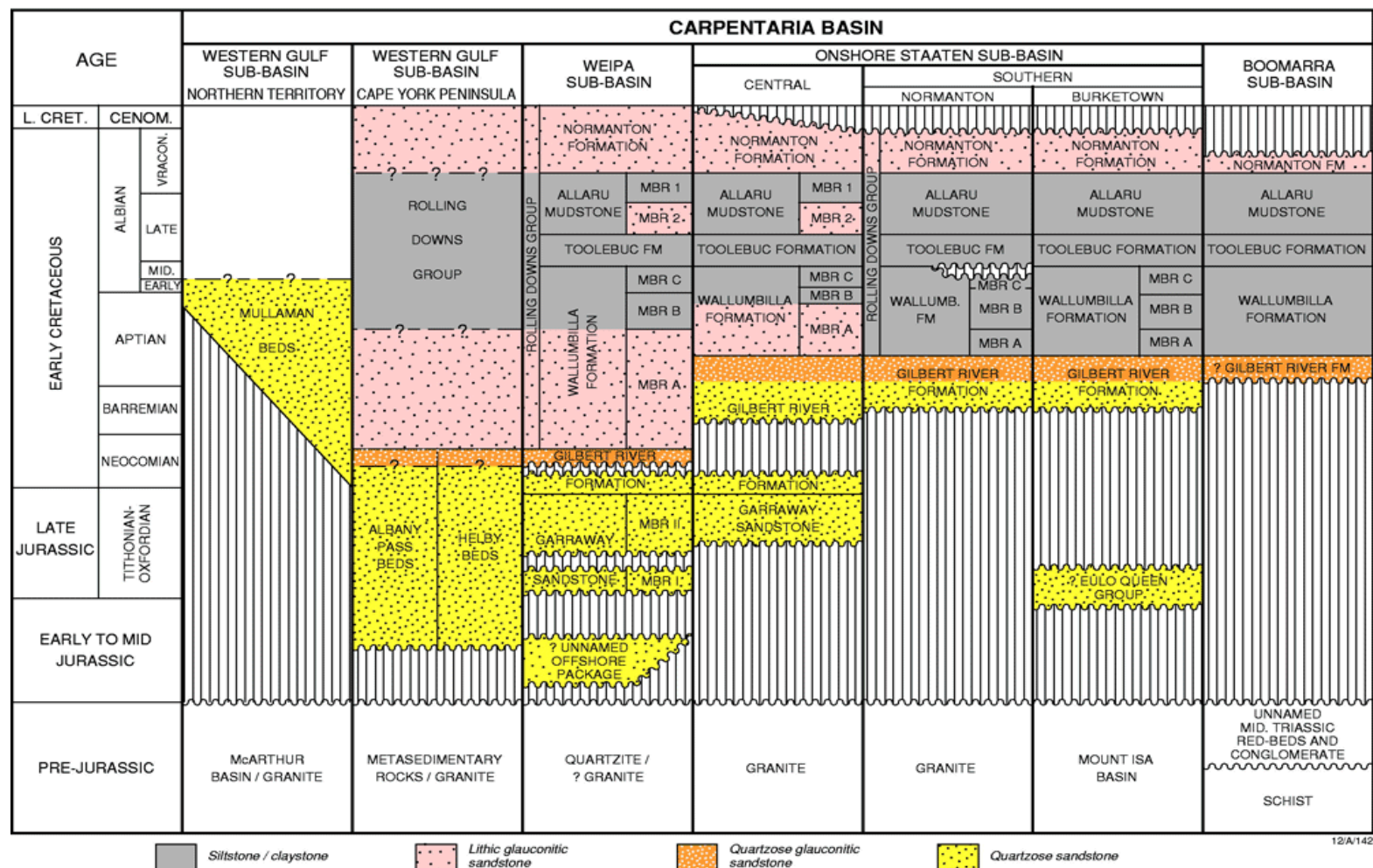
Интерпретируя упрощенный сейсмопрофиль, построить хроностратиграфическую схему с выносом на нее литологии, границ секвенсов, поверхности максимального затопления, трансгрессивной поверхности; построить кривую относительного изменения уровня моря; выделить системные тракты.



Задание № 8-9

Фамилия И.О. группа № Дата

1) Проанализировать литологию хроностратиграфических разрезов в разных частях бассейна Карпентария и оценить изменение глубины бассейна от средней юры до начала позднего мела. Составить описание эволюции данного бассейна, основываясь на динамике изменения глубины и литологического состава осадков. 2) Построить кривую относительного изменения уровня моря для бассейна Карпентария.



Вопросы для подготовки к контрольной работе

Характеристика стратиграфических методов

Схема стратиграфических методов.

Взаимосвязь между отдельными методами

Комплексирование методов для решения локальных и региональных задач геологических задач

Рентгеновский фазовый анализ

Сейсмостратиграфические методы

Современная секвенс-стратиграфия

Тектоно-эвстатический анализ и платформенные секвенции

Методы оценки углубления-обмеления, трансгрессии-регрессии

Вопросы к зачету

1. Три основные группы методов стратиграфических исследований (суть, краткая характеристика, важнейший результат применения).
2. Схема стратиграфических методов. Взаимосвязь между отдельными методами.
3. Характеристика литологических методов.
4. Характеристика палеонтологических методов и хроностратиграфических методов.
5. Комплексирование методов для решения локальных и региональных задач геологических задач.
6. Рентгеновский фазовый анализ и уточнение полевой диагностики
7. Пример уточнение полевой диагностики пород по результатам лабораторного определения минерального состава
8. Сейсмостратиграфический метод.
9. Секвенс-стратиграфия в контексте междисциплинарных исследований.
10. Тектоно-эвстатический анализ и платформенные секвенции средней юры-нижнего мела ВРП.

11. Значение тектоно-эвстатического анализа.
12. Влияние глобальной эвстазии, вертикальной тектоники и осадконакопления на формирование различных типов осадочных последовательностей (схема).
13. Методы оценки углубления-обмеления, трансгрессии-регрессии (примеры).
14. Накопление осадочных последовательностей при избытке аккомодационного пространства и/или недостатке осадочного материала (с рисунком и примером).
15. Накопление осадочных последовательностей при недостатке аккомодационного пространства и/или избытке осадочного материала (с рисунком и примером).
16. Аккомодационно-седиментационные особенности эволюции морского бассейна в средней юре-раннем мелу на востоке Русской плиты.
17. Этапы углубления и обмеления и площадь распространения.
18. Изменение $\delta A/\delta S$ по разрезу и проградационно-ретроградационная цикличность.